

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑫ 特許公報(B2)

平1-56269

⑤ Int. Cl.⁴
F 03 B 13/12

識別記号

庁内整理番号
6682-3H

⑭ 公告 平成1年(1989)11月29日

発明の数 2 (全10頁)

⑬ 発明の名称 波動エネルギー変換装置

審判 昭59-10484

⑮ 特願 昭55-48906

⑯ 公開 昭56-146076

⑰ 出願 昭55(1980)4月14日

⑱ 昭56(1981)11月13日

⑲ 発明者 増淵 正美 大阪府茨木市北春日丘4-6-29

⑳ 出願人 大阪大学長 大阪府吹田市山田丘1番1号

㉑ 代理人 弁理士 杉村 暁秀 外1名

審判の合議体 審判長 吉田 秀聖 審判官 石川 隆雄 審判官 浅野 清

㉒ 参考文献 特開 昭54-72343(JP, A) 特公 昭53-26266(JP, B2)

1

㉓ 特許請求の範囲

1 岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留され、海面上に浮遊する複数の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように連結された浮体群を構成し、浮体とリンク間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする復元機構と減衰機構とをもつた力学系を浮体とリンク間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置。

2 岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留され、海面上に浮遊する複数の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように連結された浮体群を構成し、浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする復元機構と減衰機構とをもつた力学系を浮体とリンク間及びリンク相互間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近

2

似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置。

3 浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする力学系は、吸気口と排気口とを夫々対象位置に配設した空気室と、この空気室はその中心軸に取付られた回転翼により二分せられ、互に吸気系と排気系とが切換えられる少なくとも一対の吸気弁と排気弁とを具備し、回転翼の回転により吸入空気を圧縮して排気口より空気タービンに排出し、発電機に連動した空気タービンを回転するようにし、波動エネルギーを電気エネルギーに変換する特許請求の範囲第1項又は第2項の何れかに記載の波動エネルギー変換装置。

4 浮体とリンク間の相対運動から波動エネルギーを吸収する力学系が、ピストン、シリンダー及びクランク軸とを少なくとも具備する一定方向回転運動装置により発電機を駆動する特許請求の範囲第1項又は第2項の何れかに記載の波動エネルギー変換装置。

発明の詳細な説明

25 本発明は岸壁に固定的に連結又は拘束されずに海底に長い繫留索により大きな自由度をもつて繫留されて海面上に浮遊する2個又は3個以上の喫水D及び浮体巾Bの大きい浮遊する複数の縦長の

浮体を波の入射方向に対し略々直角に配列し、各浮体を長い剛体リンクで連結し、各浮体は上下運動、左右運動及び回転運動が個々にできるように浮体群を構成し、浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動からエネルギー吸収のできる力学系を設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させることにより、エネルギー吸収効率を高めると共にエネルギー吸収効率の高い周波数帯を拡大できるようにした波動エネルギー変換装置に係る。

海洋エネルギーは太陽エネルギー中でも重要な立場を占め、潮汐、潮流、海流、温度差、波浪などのエネルギーとして存在している。この中で波浪エネルギーはかなり大量に存在するにも拘わらず、実用に供されている例は数十Wの発電ブイ式の標識灯がある程度でかなり少い。しかし、波浪エネルギー利用の研究は最近急速に活発化し、英国では主にエディンバラ大のSalter氏の浮体、Cockerell氏のいかだ状の浮体及びNational Engineering Laboratoryの空気式浮体などによる実験的研究、また日本では科学技術庁の「海明」なる大型発電船による実験が国際協力の下に進んでいる。また、ごく最近、防大の別所氏の研究による構成の浮体にもとづく実験が日本鋼管三重造船所によって行われている。

従来、海洋の波浪エネルギーを利用するには波動によって上下、回転などの運動を行う浮体を用い、浮体と岸又は海底などの固定端との間の相対運動を介してエネルギー吸収を行う方式が多数提案されてきた。

従来法（別所方式）は、単一の浮体を質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系を介して岸壁又は海底に固定し、入射波の運ぶエネルギーを封体を介して質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系に伝え浮体の運動と波との間に特定の位相差を発生させて消波しエネルギー取出しを行うようにし、前記力学系の係数を反射波と透過波との和及び差がともに零となるように決定する波力利用・消波方法である。これを図示すると第1図のようである。この従来法の特色は次の通りである。

(イ) 海上の浮遊体Aを復元機構部C、減衰機構部D、質量機構部Eより成る力学系Bを経て岸又は海底Gに固定する。

(ロ) 波による浮遊体の動揺は、上下揺、左右揺及び横揺であるが、力学系Bの諸定数を適当に選ぶことにより、入射波の振動数と流体-浮遊体系の固有振動数を一致させることができる。

5 (イ) この条件のとき、浮遊体による反射波と透過波の和及び差がともに零となり、入射波の運んできたエネルギーを全部取出することができる。

同方式は、浮体の上下運動と回転運動とを利用して
10 して浮体の固有周期を入射波の主要な波周波数と一致させれば、浮体と固定端との間の運動から力学系を経て（減衰機構、復元機構、質量機構などの）入射波の全部のエネルギーを吸収でき、かつ浮体からの反射波と透過波を零にできるという点
15 で原理的に優れたものであるが、実用に際して次の二つの大きな問題点がある。

(1) 浮体の固有周期は一つであるから、これが入射波の主要な波周波数と一致していればエネルギー吸収効率は最大となるが、気象条件などによつて入射波の性質が変り、波の主要な波周波数が変動すればエネルギー吸収効率が激減する。これはエネルギー吸収効率曲線が入射波の周波数に対してピーク状であるためである。このため、上述の別所方式では固有周期の異なる
20 浮体を複数列用意し気象条件によつて交換する必要があることを明示している。

(2) エネルギー吸収は浮体と岸や海底などの固定端との間の力学系を介して行なうので、潮の干満、異常に高い波高の波の来襲、台風などの際には浮体と固定端との間の運動が過大となり、力学系に異状な力が加わつて破壊されるおそれ
25 30 35 40 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000 1005 1010 1015 1020 1025 1030 1035 1040 1045 1050 1055 1060 1065 1070 1075 1080 1085 1090 1095 1100 1105 1110 1115 1120 1125 1130 1135 1140 1145 1150 1155 1160 1165 1170 1175 1180 1185 1190 1195 1200 1205 1210 1215 1220 1225 1230 1235 1240 1245 1250 1255 1260 1265 1270 1275 1280 1285 1290 1295 1300 1305 1310 1315 1320 1325 1330 1335 1340 1345 1350 1355 1360 1365 1370 1375 1380 1385 1390 1395 1400 1405 1410 1415 1420 1425 1430 1435 1440 1445 1450 1455 1460 1465 1470 1475 1480 1485 1490 1495 1500 1505 1510 1515 1520 1525 1530 1535 1540 1545 1550 1555 1560 1565 1570 1575 1580 1585 1590 1595 1600 1605 1610 1615 1620 1625 1630 1635 1640 1645 1650 1655 1660 1665 1670 1675 1680 1685 1690 1695 1700 1705 1710 1715 1720 1725 1730 1735 1740 1745 1750 1755 1760 1765 1770 1775 1780 1785 1790 1795 1800 1805 1810 1815 1820 1825 1830 1835 1840 1845 1850 1855 1860 1865 1870 1875 1880 1885 1890 1895 1900 1905 1910 1915 1920 1925 1930 1935 1940 1945 1950 1955 1960 1965 1970 1975 1980 1985 1990 1995 2000 2005 2010 2015 2020 2025 2030 2035 2040 2045 2050 2055 2060 2065 2070 2075 2080 2085 2090 2095 2100 2105 2110 2115 2120 2125 2130 2135 2140 2145 2150 2155 2160 2165 2170 2175 2180 2185 2190 2195 2200 2205 2210 2215 2220 2225 2230 2235 2240 2245 2250 2255 2260 2265 2270 2275 2280 2285 2290 2295 2300 2305 2310 2315 2320 2325 2330 2335 2340 2345 2350 2355 2360 2365 2370 2375 2380 2385 2390 2395 2400 2405 2410 2415 2420 2425 2430 2435 2440 2445 2450 2455 2460 2465 2470 2475 2480 2485 2490 2495 2500 2505 2510 2515 2520 2525 2530 2535 2540 2545 2550 2555 2560 2565 2570 2575 2580 2585 2590 2595 2600 2605 2610 2615 2620 2625 2630 2635 2640 2645 2650 2655 2660 2665 2670 2675 2680 2685 2690 2695 2700 2705 2710 2715 2720 2725 2730 2735 2740 2745 2750 2755 2760 2765 2770 2775 2780 2785 2790 2795 2800 2805 2810 2815 2820 2825 2830 2835 2840 2845 2850 2855 2860 2865 2870 2875 2880 2885 2890 2895 2900 2905 2910 2915 2920 2925 2930 2935 2940 2945 2950 2955 2960 2965 2970 2975 2980 2985 2990 2995 3000 3005 3010 3015 3020 3025 3030 3035 3040 3045 3050 3055 3060 3065 3070 3075 3080 3085 3090 3095 3100 3105 3110 3115 3120 3125 3130 3135 3140 3145 3150 3155 3160 3165 3170 3175 3180 3185 3190 3195 3200 3205 3210 3215 3220 3225 3230 3235 3240 3245 3250 3255 3260 3265 3270 3275 3280 3285 3290 3295 3300 3305 3310 3315 3320 3325 3330 3335 3340 3345 3350 3355 3360 3365 3370 3375 3380 3385 3390 3395 3400 3405 3410 3415 3420 3425 3430 3435 3440 3445 3450 3455 3460 3465 3470 3475 3480 3485 3490 3495 3500 3505 3510 3515 3520 3525 3530 3535 3540 3545 3550 3555 3560 3565 3570 3575 3580 3585 3590 3595 3600 3605 3610 3615 3620 3625 3630 3635 3640 3645 3650 3655 3660 3665 3670 3675 3680 3685 3690 3695 3700 3705 3710 3715 3720 3725 3730 3735 3740 3745 3750 3755 3760 3765 3770 3775 3780 3785 3790 3795 3800 3805 3810 3815 3820 3825 3830 3835 3840 3845 3850 3855 3860 3865 3870 3875 3880 3885 3890 3895 3900 3905 3910 3915 3920 3925 3930 3935 3940 3945 3950 3955 3960 3965 3970 3975 3980 3985 3990 3995 4000 4005 4010 4015 4020 4025 4030 4035 4040 4045 4050 4055 4060 4065 4070 4075 4080 4085 4090 4095 4100 4105 4110 4115 4120 4125 4130 4135 4140 4145 4150 4155 4160 4165 4170 4175 4180 4185 4190 4195 4200 4205 4210 4215 4220 4225 4230 4235 4240 4245 4250 4255 4260 4265 4270 4275 4280 4285 4290 4295 4300 4305 4310 4315 4320 4325 4330 4335 4340 4345 4350 4355 4360 4365 4370 4375 4380 4385 4390 4395 4400 4405 4410 4415 4420 4425 4430 4435 4440 4445 4450 4455 4460 4465 4470 4475 4480 4485 4490 4495 4500 4505 4510 4515 4520 4525 4530 4535 4540 4545 4550 4555 4560 4565 4570 4575 4580 4585 4590 4595 4600 4605 4610 4615 4620 4625 4630 4635 4640 4645 4650 4655 4660 4665 4670 4675 4680 4685 4690 4695 4700 4705 4710 4715 4720 4725 4730 4735 4740 4745 4750 4755 4760 4765 4770 4775 4780 4785 4790 4795 4800 4805 4810 4815 4820 4825 4830 4835 4840 4845 4850 4855 4860 4865 4870 4875 4880 4885 4890 4895 4900 4905 4910 4915 4920 4925 4930 4935 4940 4945 4950 4955 4960 4965 4970 4975 4980 4985 4990 4995 5000 5005 5010 5015 5020 5025 5030 5035 5040 5045 5050 5055 5060 5065 5070 5075 5080 5085 5090 5095 5100 5105 5110 5115 5120 5125 5130 5135 5140 5145 5150 5155 5160 5165 5170 5175 5180 5185 5190 5195 5200 5205 5210 5215 5220 5225 5230 5235 5240 5245 5250 5255 5260 5265 5270 5275 5280 5285 5290 5295 5300 5305 5310 5315 5320 5325 5330 5335 5340 5345 5350 5355 5360 5365 5370 5375 5380 5385 5390 5395 5400 5405 5410 5415 5420 5425 5430 5435 5440 5445 5450 5455 5460 5465 5470 5475 5480 5485 5490 5495 5500 5505 5510 5515 5520 5525 5530 5535 5540 5545 5550 5555 5560 5565 5570 5575 5580 5585 5590 5595 5600 5605 5610 5615 5620 5625 5630 5635 5640 5645 5650 5655 5660 5665 5670 5675 5680 5685 5690 5695 5700 5705 5710 5715 5720 5725 5730 5735 5740 5745 5750 5755 5760 5765 5770 5775 5780 5785 5790 5795 5800 5805 5810 5815 5820 5825 5830 5835 5840 5845 5850 5855 5860 5865 5870 5875 5880 5885 5890 5895 5900 5905 5910 5915 5920 5925 5930 5935 5940 5945 5950 5955 5960 5965 5970 5975 5980 5985 5990 5995 6000 6005 6010 6015 6020 6025 6030 6035 6040 6045 6050 6055 6060 6065 6070 6075 6080 6085 6090 6095 6100 6105 6110 6115 6120 6125 6130 6135 6140 6145 6150 6155 6160 6165 6170 6175 6180 6185 6190 6195 6200 6205 6210 6215 6220 6225 6230 6235 6240 6245 6250 6255 6260 6265 6270 6275 6280 6285 6290 6295 6300 6305 6310 6315 6320 6325 6330 6335 6340 6345 6350 6355 6360 6365 6370 6375 6380 6385 6390 6395 6400 6405 6410 6415 6420 6425 6430 6435 6440 6445 6450 6455 6460 6465 6470 6475 6480 6485 6490 6495 6500 6505 6510 6515 6520 6525 6530 6535 6540 6545 6550 6555 6560 6565 6570 6575 6580 6585 6590 6595 6600 6605 6610 6615 6620 6625 6630 6635 6640 6645 6650 6655 6660 6665 6670 6675 6680 6685 6690 6695 6700 6705 6710 6715 6720 6725 6730 6735 6740 6745 6750 6755 6760 6765 6770 6775 6780 6785 6790 6795 6800 6805 6810 6815 6820 6825 6830 6835 6840 6845 6850 6855 6860 6865 6870 6875 6880 6885 6890 6895 6900 6905 6910 6915 6920 6925 6930 6935 6940 6945 6950 6955 6960 6965 6970 6975 6980 6985 6990 6995 7000 7005 7010 7015 7020 7025 7030 7035 7040 7045 7050 7055 7060 7065 7070 7075 7080 7085 7090 7095 7100 7105 7110 7115 7120 7125 7130 7135 7140 7145 7150 7155 7160 7165 7170 7175 7180 7185 7190 7195 7200 7205 7210 7215 7220 7225 7230 7235 7240 7245 7250 7255 7260 7265 7270 7275 7280 7285 7290 7295 7300 7305 7310 7315 7320 7325 7330 7335 7340 7345 7350 7355 7360 7365 7370 7375 7380 7385 7390 7395 7400 7405 7410 7415 7420 7425 7430 7435 7440 7445 7450 7455 7460 7465 7470 7475 7480 7485 7490 7495 7500 7505 7510 7515 7520 7525 7530 7535 7540 7545 7550 7555 7560 7565 7570 7575 7580 7585 7590 7595 7600 7605 7610 7615 7620 7625 7630 7635 7640 7645 7650 7655 7660 7665 7670 7675 7680 7685 7690 7695 7700 7705 7710 7715 7720 7725 7730 7735 7740 7745 7750 7755 7760 7765 7770 7775 7780 7785 7790 7795 7800 7805 7810 7815 7820 7825 7830 7835 7840 7845 7850 7855 7860 7865 7870 7875 7880 7885 7890 7895 7900 7905 7910 7915 7920 7925 7930 7935 7940 7945 7950 7955 7960 7965 7970 7975 7980 7985 7990 7995 8000 8005 8010 8015 8020 8025 8030 8035 8040 8045 8050 8055 8060 8065 8070 8075 8080 8085 8090 8095 8100 8105 8110 8115 8120 8125 8130 8135 8140 8145 8150 8155 8160 8165 8170 8175 8180 8185 8190 8195 8200 8205 8210 8215 8220 8225 8230 8235 8240 8245 8250 8255 8260 8265 8270 8275 8280 8285 8290 8295 8300 8305 8310 8315 8320 8325 8330 8335 8340 8345 8350 8355 8360 8365 8370 8375 8380 8385 8390 8395 8400 8405 8410 8415 8420 8425 8430 8435 8440 8445 8450 8455 8460 8465 8470 8475 8480 8485 8490 8495 8500 8505 8510 8515 8520 8525 8530 8535 8540 8545 8550 8555 8560 8565 8570 8575 8580 8585 8590 8595 8600 8605 8610 8615 8620 8625 8630 8635 8640 8645 8650 8655 8660 8665 8670 8675 8680 8685 8690 8695 8700 8705 8710 8715 8720 8725 8730 8735 8740 8745 8750 8755 8760 8765 8770 8775 8780 8785 8790 8795 8800 8805 8810 8815 8820 8825 8830 8835 8840 8845 8850 8855 8860 8865 8870 8875 8880 8885 8890 8895 8900 8905 8910 8915 8920 8925 8930 8935 8940 8945 8950 8955 8960 8965 8970 8975 8980 8985 8990 8995 9000 9005 9010 9015 9020 9025 9030 9035 9040 9045 9050 9055 9060 9065 9070 9075 9080 9085 9090 9095 9100 9105 9110 9115 9120 9125 9130 9135 9140 9145 9150 9155 9160 9165 9170 9175 9180 9185 9190 9195 9200 9205 9210 9215 9220 9225 9230 9235 9240 9245 9250 9255 9260 9265 9270 9275 9280 9285 9290 9295 9300 9305 9310 9315 9320 9325 9330 9335 9340 9345 9350 9355 9360 9365 9370 9375 9380 9385 9390 9395 9400 9405 9410 9415 9420 9425 9430 9435 9440 9445 9450 9455 9460 9465 9470 9475 9480 9485 9490 9495 9500 9505 9510 9515 9520 9525 9530 9535 9540 9545 9550 9555 9560 9565 9570 9575 9580 9585 9590 9595 9600 9605 9610 9615 9620 9625 9630 9635 9640 9645 9650 9655 9660 9665 9670 9675 9680 9685 9690 9695 9700 9705 9710 9715 9720 9725 9730 9735 9740 9745 9750 9755 9760 9765 9770 9775 9780 9785 9790 9795 9800 9805 9810 9815 9820 9825 9830 9835 9840 9845 9850 9855 9860 9865 9870 9875 9880 9885 9890 9895 9900 9905 9910 9915 9920 9925 9930 9935 9940 9945 9950 9955 9960 9965 9970 9975 9980 9985 9990 9995 10000 10005 10010 10015 10020 10025 10030 10035 10040 10045 10050 10055 10060 10065 10070 10075 10080 10085 10090 10095 10100 10105 10110 10115 10120 10125 10130 10135 10140 10145 10150 10155 10160 10165 10170 10175 10180 10185 10190 10195 10200 10205 10210 10215 10220 10225 10230 10235 10240 10245 10250 10255 10260 10265 10270 10275 10280 10285 10290 10295 10300 10305 10310 10315 10320 10325 10330 10335 10340 10345 10350 10355 10360 10365 10370 10375 10380 10385 10390 10395 10400 10405 10410 10415 10420 10425 10430 10435 10440 10445 10450 10455 10460 10465 10470 10475 10480 10485 10490 10495 10500 10505 10510 10515 10520 10525 10530 10535 10540 10545 10550 10555 10560 10565 10570 10575 10580 10585 10590 10595 10600 10605 10610 10615 10620 10625 10630 10635 10640 10645 10650 10655 10660 10665 10670 10675 10680 10685 10690 10695 10700 10705 10710 10715 10720 10725 10730 10735 10740 10745 10750 10755 10760 10765 10770 10775 10780 10785 10790 10795 10800 10805 10810 10815 10820 10825 10830 10835 10840 10845 10850 10855 10860 10865 10870 10875 10880 10885 10890 10895 10900 10905 10910 10915 1092

5

リンク相互間に設置し、入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させるような条件に、前記浮体とリンクとを連結することにより、入射波の略々全てのエネルギーを吸収でき且つ浮体による反射波と透過波との和及び差が略々零となる条件に構成したことを特徴とする波動エネルギー変換装置を特徴とする。

本発明において使用する浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーの吸収をする力学系は、吸気口と排気口とを夫々対象位置に配設した空気室と、この空気室はその中心軸に取付られた回転翼により二分せられ、互に吸気系と排気系とが切換えられる少くとも一対の吸気弁と排気弁とを具備し、回転翼の回転により吸入空気を圧縮して排気口より空気タービンに排出し、発電機に連動した空気タービンを回転するようにし、波動エネルギーを電気エネルギーに変換して波動エネルギーを変換する装置である。

本発明に使用する力学系は浮体とリンク間及びリンク相互間に連結せられ浮体とリンク間及びリンク相互間の相対運動から波動エネルギーを吸収するよう構成せられ、ピストン、シリンダー及びクランク軸とを少くとも具備する一定方向回転運動装置により発電機を駆動するよう構成し波動エネルギーを変換する装置を構成する。

添附図面について本発明の実施の一例態様を第2図A、B、Cにつき更に詳述する。

第2図Aにおいては浮体1、1間をリンク2により連結し、浮体1とリンク2との間に復元機構3及び減衰機構4より成る力学系5を設けた場合を原理的に示すもので、第2図Bは浮体3個を夫々リンク2、2により連結し夫々浮体1とリンク2との間に、復元機構3と減衰機構4とより成る力学系5を設けたものである。6は海面、矢印は波の進行方向、Wは波を示す。第2図Cはリンクの支点位置を浮体1の重心位置迄移動し、かつリンクが成る可く海水中に没しない高い位置をとらせた場合の実施例である。

本発明の波動エネルギー変換装置の作用について以下説明する。第2図A、B、Cにおいて、入射波によつてそれぞれの浮体には左右運動、上下運動、回転運動が起るがリンク2によつて各浮体1は連結されているため、それらの運動はすべて浮体1とリンク2あるいはリンク2、2同志間の

(3)

特公平 1-56269

6

往復回転運動に変換される。エネルギー吸収はこの回転運動から図示の復元機構3、減衰機構4などよりなる力学系を介して行われる。

浮体1とリンク2との間およびリンク2、2の相互間の相対運動は往復運動であるからクランクやクラッチを用いて一方向の回転運動に変えて、その回転運動を発電機に伝達させることもできる。

第3図はこの相対運動を図示のような機構によつて波動エネルギーを一方向流れの空気流に変換して、空気タービン11を回転させ、その回転運動を発電機12に伝えて電気エネルギーに変換させる方式を示す。第3図において、5は浮体又はリンクに固定する側の空気室であり、この中心の軸16Aに設けた往復運動部である回転翼板16によりこの空気室5を2分割し、その夫々の空気室に吸気口7、8及び排気口9、10とを対象位置に設け、この吸気口を仕切るようにして吸気弁7A、7B及び7C、7Dを夫々設け、その排気口9、10を夫々仕切るようにして排気弁8A、8B及び8C、8Dを設ける。空気室5を浮体又は一方のリンクに固定とし、その中心軸8Aに固定した回転翼板16、16が実線矢印の如く回転すると、吸気弁7A、7Cが閉じ、弁7B、7Dが開き吸気口7及び8より夫々空気を吸入すると同時に、排気弁8A、8Cが閉じ、弁8B、8Dが開き排気口9、10より夫々空気室5の空気を排出する。

この排出された圧縮空気を第4図Aに示す空気タービン11に供給すると、空気タービン11が回転し、これと連動する発電機12を回転し、波動エネルギーは圧縮空気を仲介として電気エネルギーに変換される。

第4図Bはエネルギー変換装置の空気室5と空気タービン11との間に流量調節弁14とリリーフ弁15とをもつたエアアキュムレーター13を設け、空気タービン11に入る空気量を常に一定にするようにすると、発電効率が不同とならないようにできる。この場合の流量調節弁14の絞り

は入射波の周波数と浮体群の固有周波数とを近似同調させることの条件を満たすようにする必要がある。

このように空気室5と回転翼板16との間の相対回転運動によつて各弁は自動的に開閉をくり返

(4)

特公 平 1-56269

7

8

して管路 7, 8 から空気を吸入し、管路 9, 10 に連続的な空気流を生ぜしめ、第 4 図のように管路 9, 10 を経て、空気タービン 11 を回転させる。例えば第 3 図にて回転翼板 16 が太い矢印方向に回転するときは弁 7 A, 7 C と弁 8 A, 8 C が閉じ、弁 7 B, 7 D と弁 8 B, 8 D が開き、弁 7 B, 7 D 側の空間に管路 7, 8 を通つて空気を吸込むと同時に、弁 8 B, 8 D 側の空気を管路 9 と 10 とに排出する。次に回転翼板 16 の回転方向が逆に点線向きに変つたときは弁 7 A, 7 C, 8 A, 8 C が開き、弁 7 B, 7 D, 8 B, 8 D が閉じて上記と同様の原理によつて空気を管路 9, 10 に排出する。第 4 図のエヤアキュムレータ 13 は空気流を平均化するために入れたものである。この排出空気流によつて空気タービン 11 を回転させ、次にこの回転を発電機 12 に伝達させれば結局、波動エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。

次に浮体 1 の運動から有効なエネルギーが得られる原理を更に詳細に説明する。簡単のため、2 浮体の場合を第 5 図について説明する。第 5 図において、水面に平行な x 軸の正方向から負方向に向つて振巾 1 の正弦波である入射波が加つたとする。このとき、流体と浮体との間の力学系は入射波による強制振動を行う。

普通、浮体に強制波が加わる時は、浮体は左右運動、上下運動および回転運動を行い、このとき水面に生ずる波は散乱波、発散波、反射波及び透過波である。

(イ) 散乱波

入射波中に浮体が存在するために生ずる波

(ロ) 発散波

浮体が正弦振動するときに水平に生ずる波

(ハ) 反射波

入射波中にて浮体が正弦振動するとき x 軸の正方向へ反射される波

(ニ) 透過波

入射波中にて浮体が正弦振動するとき x 軸の負方向に透過してゆく波

一浮体が静水中で次のような運動

左右運動 $x(t) = \text{Re}(X_1 e^{i\omega t})$ 上下運動 $y(t) = \text{Re}(X_2 e^{i\omega t})$ 回転運動 $\theta(t) = \text{Re}(X_3 e^{i\omega t})$

をするときに生ずる発散波は

$$x \rightarrow \pm \infty \eta_j \pm (x, t) = \text{Re}(iKH_j \pm X_j e^{i(\omega t \mp Kx)}) \quad \dots(1)$$

X_j は各運動の複素振幅、 $j = 1, 2, 3$ 、 ω : 角周波数、 K : 角波数で表わされる。ただし $H_j \pm$ は各運動の流れ場を表わす速度ポテンシャル $\text{Re}(\phi_j e^{i\omega t})$ のコチン (kochin) の変換式

$$H_j \pm = \int_c \left(\frac{\partial}{\partial n} \phi_j - \phi_j \frac{\partial}{\partial n} \right) e^{Kx \pm iKx} ds \quad \dots(2)$$

(c は浮体表面を表わす)

によつて求められる。また、単位振幅の入射波 $\eta_0(x, t) = \text{Re}(e^{i(\omega t + Kx)})$ の散乱による波は

$$x \rightarrow \pm \infty \eta_4 \pm (x, t) = \text{Re}(iKH_4 \pm e^{i(\omega t \mp Kx)}) \quad \dots(3)$$

と表わせる。ただし、

$$H_4 \pm = \overline{H_{2s}}^+ / \overline{H_2}^+ \pm H_{1s}^+ / \overline{H_1}^+ \quad \dots(4)$$

である。ここで

$$H_{js}^+ = \int_c \left(\frac{\partial}{\partial n} \phi_{js} - \phi_{js} \frac{\partial}{\partial n} \right) e^{-Kx + iKx} ds \quad \dots(5)$$

ただし ϕ_{js} は ϕ_j の虚部を表わす、 $\overline{H_j}^+$ の $-$ は共役複素数を表わす。

さて、入射波が二つの浮体 R と L に右側から加えられると両浮体について反射波、透過波を生じ、浮体間で相互干渉が生じるが、浮体間の距離 1 が波長に比べて十分長ければ波の進行波成分のみによつて求めることができる。これをまとめると、

浮体 R に対する入射波

$$e^{iK/2} e^{i(\omega t + KxR)} + \left\{ \frac{ab}{1-\alpha} e^{-i3K/2} + iK \sum_{k=1}^3 H_k^- X_k^R \frac{a}{1-\alpha} e^{-i2Kl} + iK \sum_{k=1}^3 H_k^+ X_k^L \frac{1}{1-\alpha} e^{-iKl} \right\} e^{i(\omega t - KxR)} \quad \dots(6)$$

浮体 L に対する入射波

$$\left\{ \frac{b}{1-\alpha} e^{-iK/2} + iK \sum_{k=1}^3 H_k^- X_k^R \frac{1}{1-\alpha} e^{-iKl} + iK \sum_{k=1}^3 H_k^+ X_k^L \frac{a}{1-\alpha} e^{-i2Kl} \right\} e^{i(\omega t + KxL)} \quad \dots(7)$$

となる。

ただし、 $a = iH_1^+$ 、 $b = 1 + iH_1^-$ 、 $\alpha = a^2 e^{-i2Kl}$ であり、 X_k^R 、 X_k^L は浮体 R、L の j モードの複素振幅である。この入射波による強制力、付加質量力、減衰力、静的復元力および減衰器による抵抗

(5)

特公 平 1-56269

9

10

力から二浮体系の運動を表わす方程式が得られ る。

$$\begin{bmatrix} C_1^2(D_1+i\psi H_{11})+2C_1(D_{13}+i\psi H_{13})+(D_3+i\psi H_{33}) & -i2C_1\psi H_{12}-i2\psi H_{23} \\ -iC_1l_2\psi H_{12}-il_2\psi H_{23}+i\mu_0 & \\ l_2(D_2+i\psi H_{22})-iC_1\psi H_{12}-i\psi H_{23} & 2(D_2+i\psi H_{22}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_3^R-X_3^L \\ X_2^0 \end{bmatrix} = -\frac{e^{iKl/2}}{K} \begin{bmatrix} (C_1H_1^+ + H_3^+)(1-b\psi) \\ H_2^+(1+b\psi) \end{bmatrix} \quad \dots(8)$$

ただし、 $\mu_0 = \mu / (\rho\omega)$ 、 $H_{ij} = H_i^+ H_j^+$ 、
 $\varphi = e^{-iKl} / (1 - ae^{-iKl})$ 、
 $D_j = d_j + i |H_j^+|^2$ 、 $D_{13} = d_{13} + iH_1^+ \bar{H}_3^+$ 、
 d_j 、 d_{13} ：慣性力、付加質量力、復元力の係数
 X_2^0 は連結棒の midpoint O_0 の上下運動の複素振幅

粘性減衰器は2個取付け、二浮体と連結棒の相対速度差によつてエネルギーを吸収するものとする。 μ を粘性減衰係数とすると粘性減衰で消費される単位時間当りの平均エネルギーは

$$E = 1/2\mu\omega^2 \{ |X_3^R - X_3^L|^2 + |X_3^L - X_2^0|^2 \} \quad \dots(9)$$

のように表わされる。

(8)、(9)式より単位振幅の入射波が単位巾当りに伝達する単位時間当りの平均エネルギー $E_{in} =$

$\frac{\rho g^2}{4\omega}$ に対する効率を求めることができる。浮体の形状を半巾深さ比 $H_0 = B / (2D)$ ただし B ：浮体巾、 D ：喫水が0.5、断面係数 $\sigma = S_0 / (BD)^*$ 30

$$E = 1/2\mu\omega^2 \{ |X_3^R - X_3^L|^2 + |X_3^L - X_2^0|^2 \} + 1/2\mu\omega^2 \{ |X_2^0 - X_3^R|^2 + |X_2^0 - X_3^L|^2 \} \quad \dots(10)$$

で表わされる。それぞれの複素振幅は二浮体の場合と同様に運動方程式より求められる。

二浮体と比較するために前と同一形状の浮体を用いると第6図曲線2に示すようになる。第6図において、四浮体をリンク3個で連結し同様に測定した結果を第6図の曲線3で示す。最大効率は0.9以上になり、行いエネルギー吸収効率を示す周波数幅も拡大している。

なお、このとき全反射波と全透過波の振幅が入射波の周波数に対してどのような大きさかを示したものが第7図であつて、本発明装置によつてエネルギーが有効に吸収されている状況が明示され

$\sigma = 0.95$ であるLewisform(これは造船工学のプログラム計算式)について計算した結果を第6図の曲線(1)に示す。ただし S_0 = 喫水下浮体断面積を示す。これは横軸上のある周波数 $\omega^2 D / g$ について μ_0' の値を種々調整し、近似同調をとつたときの結果である。これは(8)式と(4)式とをコンピューターでといて、近似同調によりエネルギー最大点を求めた結果である。ただし C_1' 、 l_2' 、 l' 、 μ_0' は C_1 、 l_2 、 l 、 μ_0 を B によつて割つて無次元化したものである。

この場合の最大効率は約0.6であり、効率の高い周波数巾が単一浮体に比べ非常に拡大していることがわかる。

次に浮体の数を増したときエネルギー吸収効率がどうなるかを調べた。三浮体と連結棒との相対運動を考えると、浮体は同一形状、減衰量の粘性係数も等しいとする。浮体R、O、Lおよび連結棒の回転運動の複素振幅を X_3^R 、 X_2^0 、 X_3^L 、 X_1^R 、 X_1^L とすると4つの減衰器より吸収できる波動エネルギーは

ている。また、入射波に対して右へ進行してゆく全反射波 $Re^{i(\omega t - Kx)}$ と左へ進行していく全透過波 $Te^{i(\omega t + Kx)}$ との間にはエネルギーを取り出さないときは

$$|R|^2 + |T|^2 = 1 \quad \dots(11)$$

エネルギーをとり出すときは

$$|R|^2 + |T|^2 + (E/E_{in}) = 1 \quad \dots(12)$$

なる関係式が成り立ち、エネルギー保存則が成り立つ。ただし R は全反射波の最大振幅、 T は全透過波の最大振幅を示す。四浮体の場合の計算式はここでは省略するが、第6図において四浮体をリンク3個で連結し、同様に測定した結果を第6図

(6)

特公 平 1-56269

11

の曲線 3 で示す。第 6 図曲線 3 より明らかなように、最大吸収効率は 0.99 位に達し、入射エネルギーのほとんどすべて吸収できることを示す。

本発明によれば入射波に対して浮体群の後方の透過波の振幅は従つて非常に小さくすることができるので、波の広い周波数範囲にわたつて消波効果も大きい。

以上の説明のように、本発明のエネルギー変換装置は高いエネルギー吸収効率をもつから 3 個以上の浮体を連結させた浮体群を構成し、入射波の主要な周波数と近似同調をとれば、入射波の運んできたエネルギーの 80% 以上を吸収することができる。かつ、気象条件の変化によつて入射波の性質が少々変化してもエネルギー吸収効率はほとんど変化せず、高い吸収効率が維持できる。その上消波作用も十分あり、また、潮の干満、波高の変動及び台風などに対しても強いように構成されている。

このような本発明方法による具体的な実施例を次に挙げる。

浮体としては幅 5 m、喫水深さ 5 m、断面積 26 m² の喫水 D の深い浮体を用いる。波高 H、周期 T とすると日本近海での波の保有する平均エネルギーは

$$\frac{H^2 T}{2.3} \text{KW/m}$$

で与えられているから、波高 2 m、周期 6 秒の波を生じている海面では平均 10 KW/m のエネルギーが存在することが推進できる。

単位浮体群として長さ 100 m の上記浮体を 3 から 4 個を約 100 m の間に並べれば 1000 KW、浮体のエネルギー吸収効率を既述したように 80% とすれば 800 KW を吸収できる。この浮体群を例えば 50 列を並べれば 4 万 KW のエネルギーが利用できることになる。

本発明のような装置は一基にて非常に大型のものを計画するよりは、機械効率の比較的よい数百 KW 程度のものを多数製作し、港湾周辺、海辺の種々の消波施設も兼ねた防波用、離島用として配列することにより有効なエネルギー吸収装置となりうるものであつてその利用価値は高い。

本発明の波動エネルギー変換装置は岸壁又は海底に固定又は拘束される運動系とすると、エネルギー吸収効率は 5 ~ 10 分の 1 に著しく減少する。

12

然し乍ら、船体の繫留と同様に長いロープ又は鎖により繫留することは必要である。この繫留に当つては繫留索又は鎖は充分長くしておき、かつ浮体が岸壁に衝突しないように岸壁、防波堤等の固定構造物より充分分離して繫留し、浮体が自由に上下運動、左右運動及び回転運動のできるようにしておかなければならない。また繫留索又は鎖は台風等の高波を計算に入れた充分長いものとし、どのような高波が来ても浮体は海面上に浮んでいるようにするのが好ましい。また浮体は上記の台風その他の苛酷な使用条件を考えて好ましくは密閉型とし、台風時の高波に対して波中に没することによりその破損を回避するようにし、この中にエヤタービン、発電機、その他の機器を装備し、発電した電気エネルギーは海底電線等により浮体と繫留点との間及び繫留点と地上とを連結することにすれば、波動エネルギーを電気エネルギーとして地上まで送電すれば地上で利用可能とすることができる。

第 6 図において、曲線 4 は比較のために、固定端を有する単一浮体を質量機構、復元機構及び減衰機構より成る力学系をもつて、岸壁、防波堤等の固定端と連結し、波動エネルギーを吸収するようにした場合の特性を示すもので、その最大効率の点が一点 P に絞られるので、この極大点 P を外れるとエネルギー吸収効率は急激に低下するので、このような一浮体の拘束系では効率よくエネルギーを変換することが極めて難しい。また台風時、このように浮体を固定端に固定又は拘束すると必ず破壊される惧れがあり、実施上極めて困難である。

本発明の装置ではこのような固定部又は拘束部をもたないのが特徴である。

本発明の浮体の構成は入射波に対して背面側の浮体を、前面側の浮体より入射波と直角方向の断面を大きくし、背面側の浮体の喫水下の容積を大きくすると、波動エネルギーの変換効率は著しく大きくなり、第 2 図に示すような等容積の浮体を使用する場合と同一又はそれ以上のエネルギー変換効率が得られる。

3 浮体で入射波の背面方向の第 2 浮体の断面及び容積を第 1 浮体より大きく、第 3 浮体を第 2 浮体の断面及び容積より大きくすることにより波動エネルギーの変換効率は更に大きくなる。

13

また本発明に使用する浮体はその海面下の喫水 D が大きい程、波動エネルギーの変換効率は大きくなる。

また入射波の進行方向に対する浮体の巾の大きな方が波動エネルギーの変換効率が大きくなる。

本発明の効果を要約すると次の通りである。

- (1) 理論的検討及び数値計算において入射波の周波数と浮体一力学系の周波数との近似同調をとることによつて、第 6 図の曲線 1 ～ 3 に示すように従来法の曲線(4)に比較しエネルギー吸収効率が上昇し、かつ入射波の周波数に対して効率の高い範囲が一点に絞られずその範囲が著しく拡大する。
- (2) 浮体数の増加に応じてエネルギー吸収効率は 100% に接近し、同時に吸収効率がほぼ一定に保たれる周波数帯が拡大する。特に有効な浮体の数は略々 3 ないし 4 個であり、これよりも浮体数を多くすることは可能であるが、構造が複雑になる割にはエネルギー吸収効率の増加が少いと思われる。
- (3) 入射波の波エネルギーは浮体群によつて十分

14

にエネルギーを吸収されるため、浮体群後方の海面に対し相当の消波効果がある。

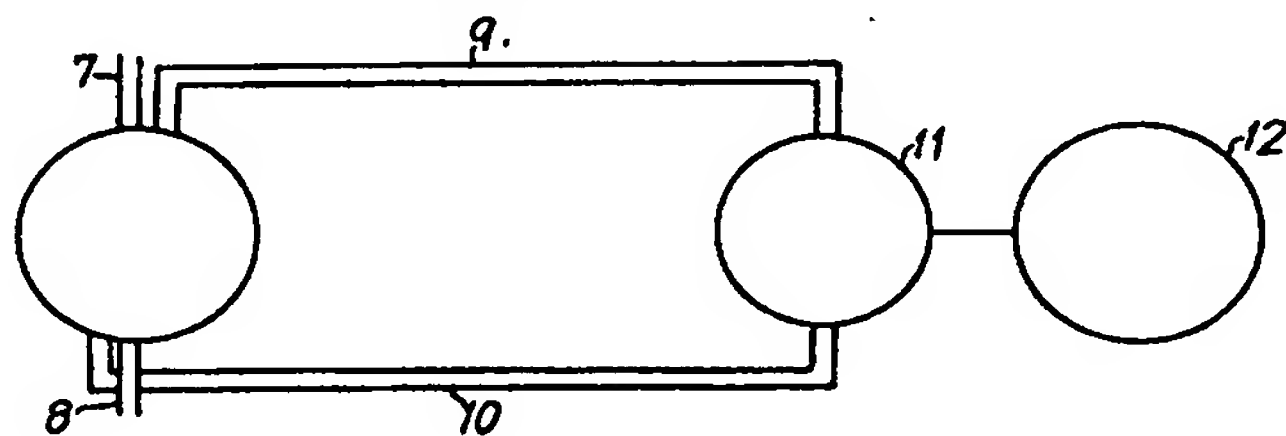
図面の簡単な説明

第 1 図は従来法を示す図、第 2 図 A、B 及び C は本発明の原理的説明図、第 3 図 A、B は本発明に使用する波動エネルギー変換用力学系の実施の一例態様を示す断面図及び側面図、第 4 図 A、B は本発明の実施の一例態様を示す発電系統配置図、第 5 図は本発明の原理説明用図、第 6 図は本発明と従来方式との特性比較図、第 7 図は本発明の波動エネルギー吸収効率を示す特性図である。R は全反射波の振幅、T は全透過波の振幅を示す。

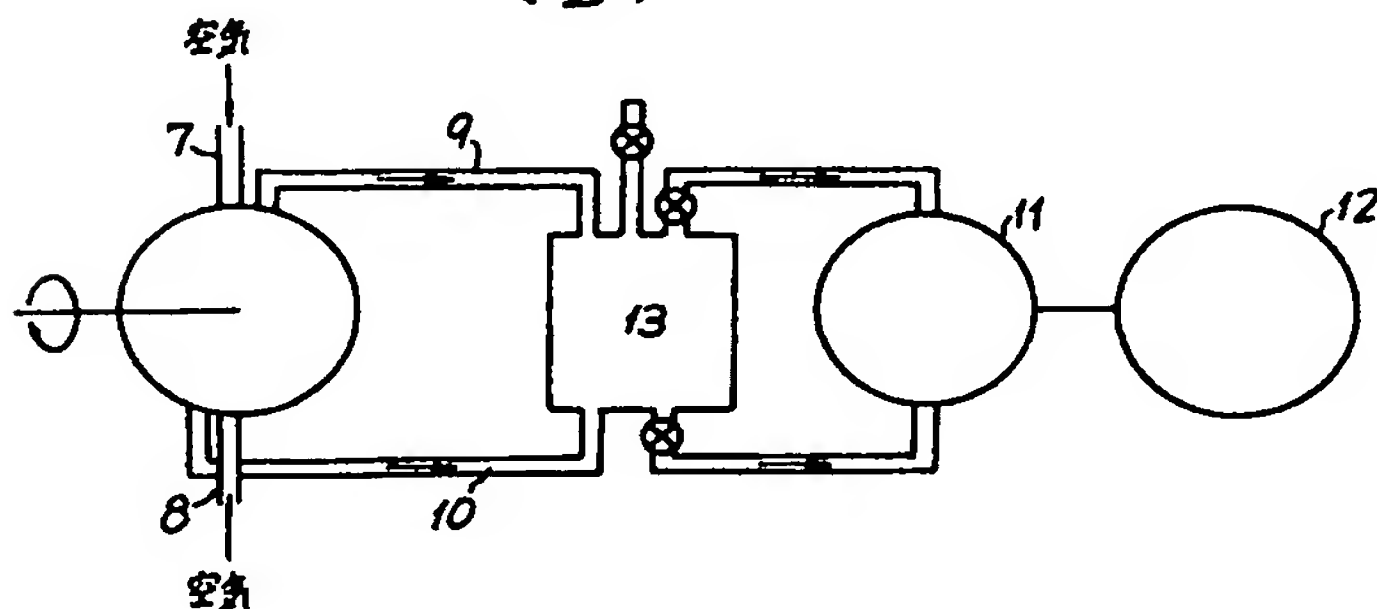
1…浮体、2…リンク、3…復元機構、4…減衰機構、5…力学系、6…海面、7、8…空気吸入口、7A、7B、7C、7D…吸気弁、8A、8B、8C、8D…排気弁、9、10…排出口、11…空気タービン、12…発電機、13…エヤアキュムレーター、14…流量調節弁、15…リリーフ弁、W…波。

第 4 図

(A)



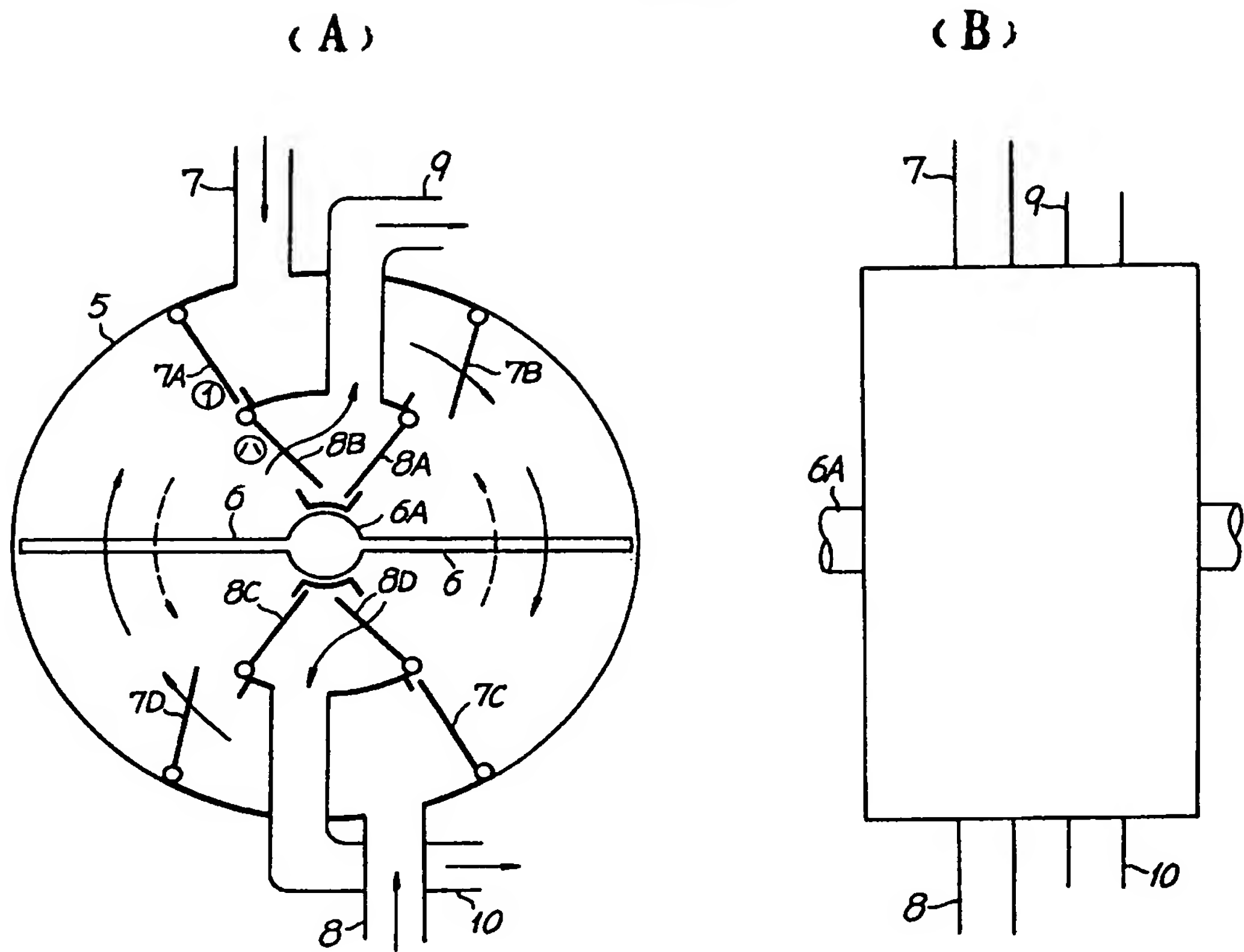
(B)



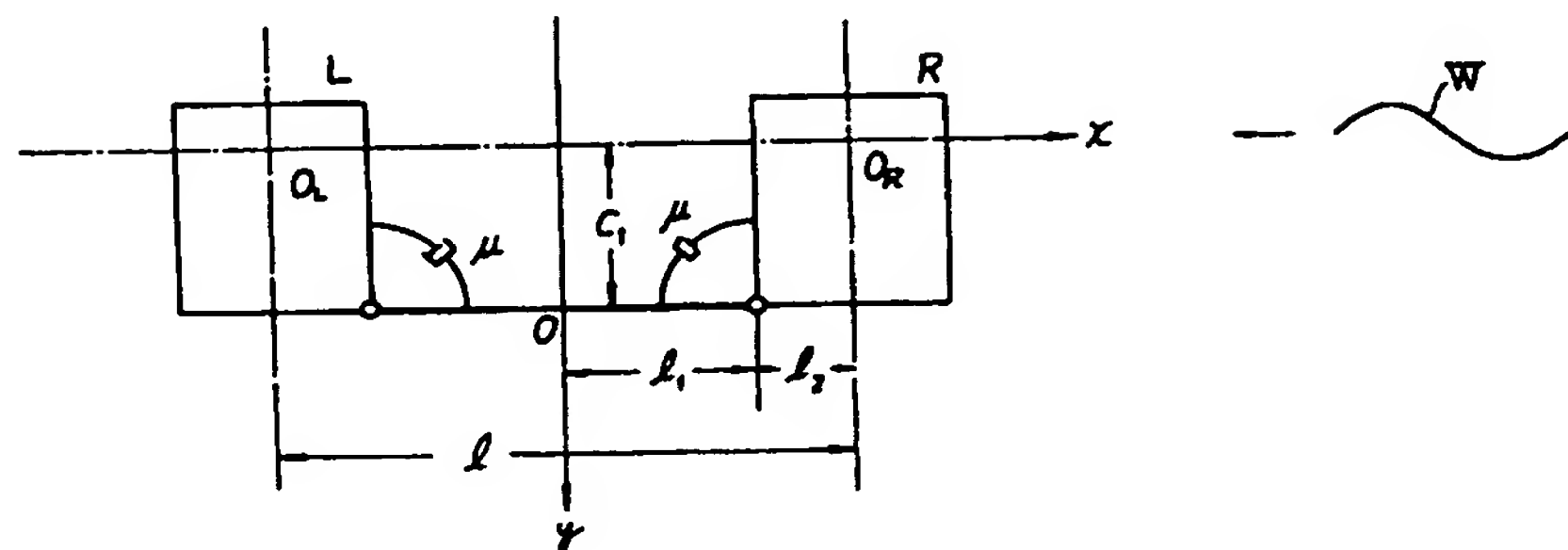
(9)

特公 平 1-56269

第 3 图



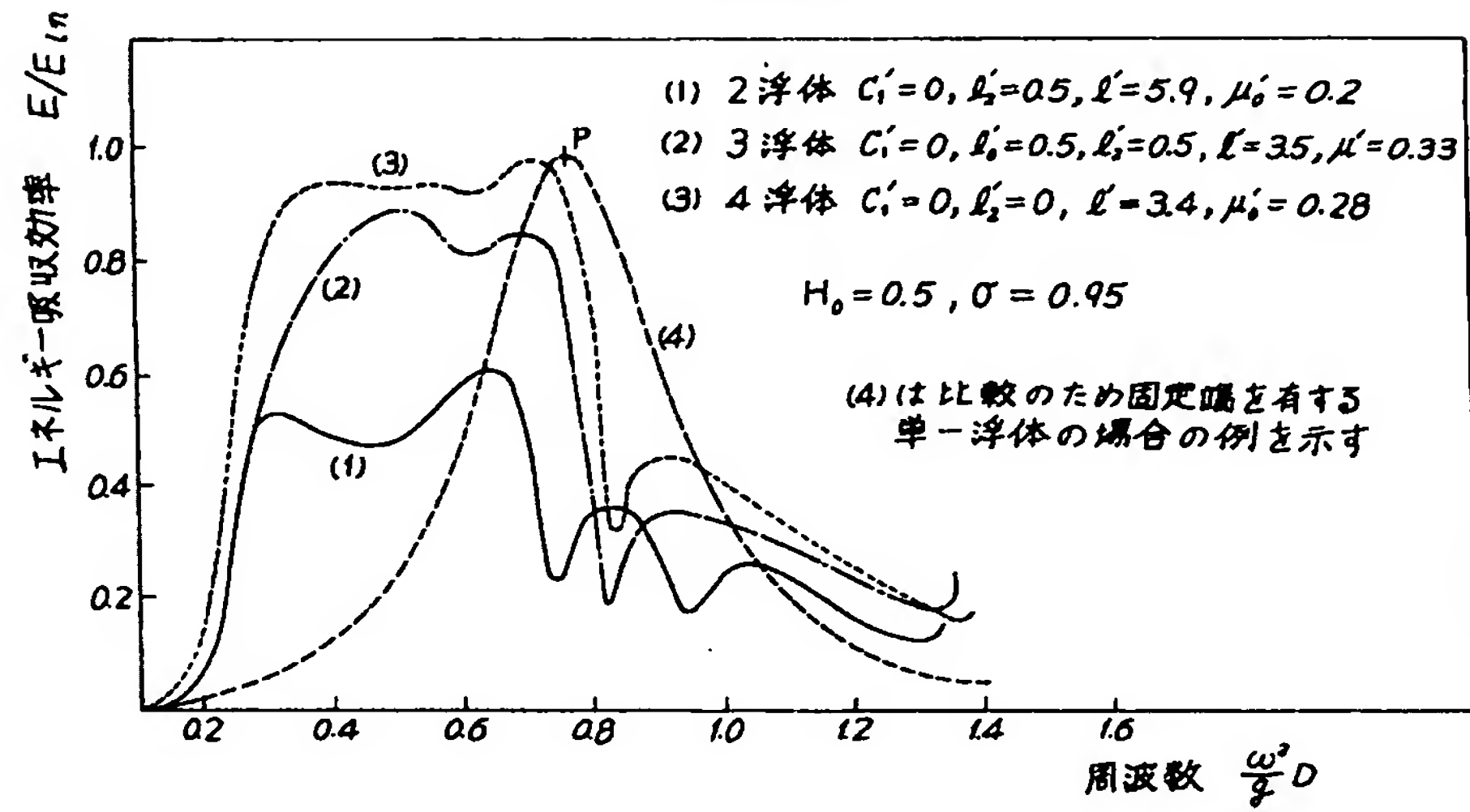
第 5 图



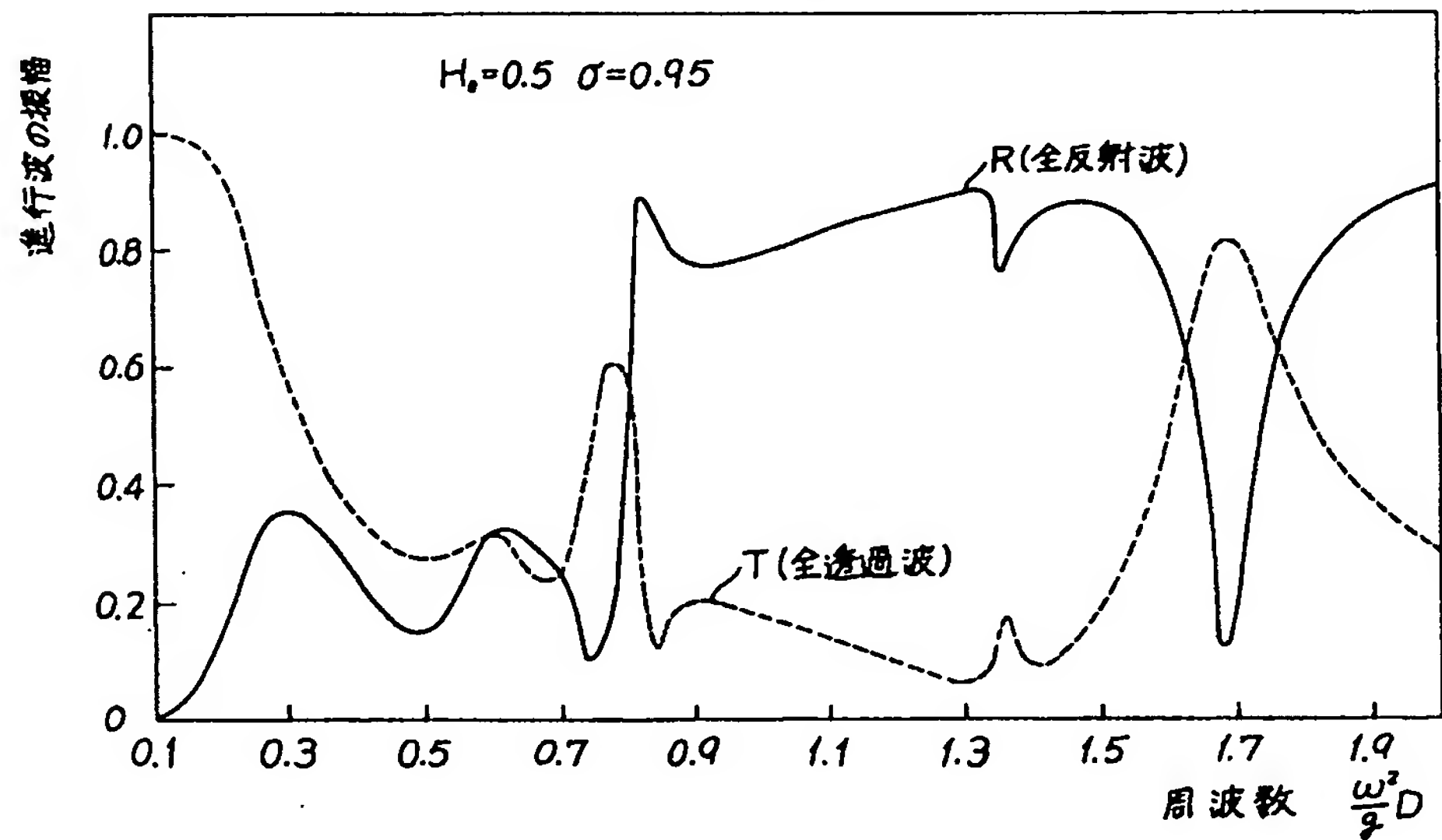
(10)

特公平 1-56269

第 6 図



第 7 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.